

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-187903

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>  
G 05 B 13/02識別記号 庁内整理番号  
8225-5H

⑬ 公開 昭和62年(1987)8月17日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 オートチューニング調節計

⑮ 特 願 昭61-29710

⑯ 出 願 昭61(1986)2月13日

⑰ 発 明 者 船 信 生 茨城県鹿島郡鹿島町大字光3番地 住友金属工業株式会社  
鹿島製鉄所内  
⑰ 発 明 者 鳥 取 輝 美 武蔵野市中町2丁目9番32号 横河北辰電機株式会社内  
⑱ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪市東区北浜5丁目15番地  
⑱ 出 願 人 横河電機株式会社 武蔵野市中町2丁目9番32号  
⑲ 代 理 人 弁理士 小沢 信助

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

オートチューニング調節計

## 2. 特許請求の範囲

制御対象よりの測定値と設定値との偏差を比例、積分、微分演算して得た操作量を上記制御対象に与える主調節手段と、この主調節手段に並列的に接続され比例演算を実行する補助調節手段と、チューニング開始指令に基づき上記測定値の振動振幅が下限設定値以下ならば上記補助調節手段のゲインを増加させ、上記振動振幅が上限設定値以上ならば上記ゲインを減少させるゲイン制御手段と、上記振動振幅が上記上下限振動設定値内に居た時点での上記補助調節手段のゲイン並びに上記振動の周期に基づいて上記主調節手段の演算パラメータを設定するチューニング手段とを具備するオートチューニング調節計。

## 3. 発明の詳細な説明

&lt;産業上の利用分野&gt;

本発明は運転状況によって動特性が変化する制

御対象よりの測定値と設定値の偏差に対して比例、積分、微分(以下P、I、D)演算を実行する調節計のP、I、Dパラメータを、制御ループを切らないで常に最適値に設定することが可能な、いわゆる限界感度法を用いたオートチューニング調節計の改良に関する。

&lt;従来技術&gt;

限界感度法を用いたオートチューニング調節計の典型的な構成例(昭和45年計測自動制御学会論文集Vol.6, No.6)を第3図により説明する。1は運転状況によってその動特性が変化する制御対象、2はこの制御対象よりの測定値PVと設定値SVの偏差 $e$ に対してP、I、D演算を実行して操作出力MVを制御対象1に供給する主調節手段、3は主調節手段2に並列的に接続された補助調節手段で、偏差 $e$ に対して比例演算を実行して出力Fを主調節手段の操作出力MVに加算する。 $K_p$ はその比例ゲイン、4はその入力側に挿入されたハイパスフィルタ、5はその出力側に挿入された振幅制限用リミターである。

6は出力Fの振幅 $F_a$ を検出する振幅検出回路、3は検出振幅 $F_a$ と設定振幅 $S_a$ との偏差を比例積分演算して補助調節手段3のゲイン $K_u'$ を変更するゲイン制御回路である。

この様な補助調節手段のループ構成により、振幅 $F_a$ が一定値 $S_a$ となる限界振動出力Fを持続的に発生させる事ができる。7は限界振動の周期 $P_u$ を検出する周期検出回路、8及び9は限界振動が発生している状態における補助調節手段のゲイン $K_u'$ 及び限界振動の周期 $P_u$ に基づき主調節手段のP、I、Dパラメータを変更するチューニング手段である。

限界感度 $K_u$ とすれば、補助調節手段のゲインを $K_u'$ 、主調節手段のゲインを $K_p$ としたとき、

$$K_u = K_u' + K_p \quad (1)$$

となる。 $K_u$ に係数 $\alpha$ をかけたものをZiegler, Nichols法では比例ゲイン $K_p$ とするから、

$$K_p = \alpha \cdot K_u \quad (2)$$

であり、したがって $K_u'$ と $K_p$ の関係は、

$$K_p = \alpha \cdot K_u' / (1 - \alpha) \quad (3)$$

となる。

主調節手段のP、I、D演算を、

$$MV = K_p (1 + 1/T_i s + T_d s) E$$

とした時、P、I、D演算の適正なパラメータは、

$$K_p = 0.43 K_u'$$

$$T_i = 0.5 P_u$$

$$T_d = 0.125 P_u$$

とされる。しかし、このパラメータは制御対象に応じて若干補正した方が良い制御結果を得る場合もある。

<発明が解決しようとする問題点>

この様な構成のオートチューニング調節計では、一定振幅の限界振動を得るためのゲイン制御手段7として比例積分演算回路を用いているので、この部分のパラメータの設定が適切でないと安定した振幅の制御が困難であること、またこの構成では限界振動が持続的に発生するが、制御対象によっては振動の持続的発生が好ましくない場合がある。

本発明は、この様な問題点を解決したオートチューニング調節計の提供を目的とする。

<問題点を解決するための手段>

本発明の構成上の特徴は、制御対象よりの測定値と設定値との偏差を比例、積分、微分演算して得た操作量を上記制御対象に与える主調節手段と、この主調節手段に並列的に接続され比例演算を実行する補助調節手段と、チューニング開始指令に基づき上記測定値の振動振幅が下限設定値以下ならば上記補助調節手段のゲインを増加させ、上記振幅が上限設定値以上ならば上記ゲインを減少させるゲイン制御手段と、上記振動振幅が上記上下限振幅設定値内に滞った時点での上記補助調節手段のゲイン並びに上記振動の周期に基づいて上記主調節手段の演算パラメータを設定するチューニング手段とを具備せしめた点にある。

<作用>

本発明によれば、チューニング開始指令が与えられた時のみ測定値PVの振幅が設定上下限振幅内に達するまで補助調節手段のゲイン $K_u'$ が上

界下降制御される。振幅が設定値内に滞った時点のタイミングでゲイン $K_u'$ と振動の周期 $P_u$ に基づき主調節手段の制御演算パラメータがチューニングされる。以下このチューニングのシーケンスが一定回数又はチューニング終了信号が発生するまで繰り返される。

<実施例>

第1図により本発明の一実施例を説明する。第3図と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

10は補助調節手段3のゲイン制御手段であり、チューニング開始指令STを受けてゲイン $K_u'$ をゼロより時間と共に上昇制御し、測定値PVの振動振幅が上限設定振幅 $S_h$ を越した場合はゲインを減少させ、下限設定値 $S_l$ 下に下降した場合はゲインを増加させるゲイン制御を実行する。11はチューニング開始及び停止の指令信号の発信手段、12は限界振動の振幅の設定手段で、121は上限設定値 $S_h$ の設定手段、122は下限設定値 $S_l$ の設定手段である。

13は振動周期検出手段で、常時測定値PVの振動周期の過去の数サイクルを記憶、し一番古い記憶値を最新の周期情報で更新する機能を有しており、振動の振幅が上下限設定値内に所定のサイクル数滞ったタイミングにおいて記憶されている周期情報の平均値を演算して限界振動の周期 $P_u$ として出力する。

この出力 $P_u$ と補助調節手段のゲイン $K_u$ の情報がチューニング手段14に導かれて第3図の場合と同じアルゴリズムで主調節手段1のP, I, Dパラメータが変更設定される。

第2図により動作を説明する。(A)は測定値PVの振動変化、(B)は補助調節手段の比例ゲイン $K_u$ の変化を示す。

チューニング開始指令STがチューニング指令手段11より発生される時刻 $t_1$ までは補助調節手段3のゲイン $K_u$ はゼロに保持されており、測定値PVの振動はスパンの2~3%と小さく、限界振動は存在しない。

時刻 $t_1$ でチューニング開始信号STが発信さ

れると、ゲイン制御手段10により補助調節手段3のゲインはゼロよりステップ状にK<sub>0</sub>まで上昇制御され、以下測定値PVの振動振幅が下限設定値 $S_L$ 以下の場合には $\Delta t$ 時間毎に $\Delta K$ づつステップ状に上昇制御される。

補助調節手段のゲインの上昇によって制御ループに限界振動が発生して測定値PVの振幅は時間と共に増加する。この振幅の値が上限設定値 $S_h$ (スパンの5~6%程度)を時刻 $t_2$ で越えた場合はゲインは $\Delta K$ だけ下降制御される。PVの振幅が上下限設定値内に所定のサイクル数の期間滞ったタイミング $t_3$ におけるゲイン $K_u$ 及び振動の周期の過去数サイクル分の記憶値の平均値 $P_u$ がチューニング手段14に入力され、オートチューニングが実行される。時刻 $t_4$ のタイミングで補助調節手段のゲインはゼロにリセットされ、適当な休止時間をおいて時刻 $t_5$ より再び同様なシーケンスのオートチューニングが繰り返され、チューニング停止指令により停止する。

チューニングの必要回数は制御対象により異な

るので、開始指令と停止指令を手動操作する機能とともにチューニング回数をあらかじめセットしておく機能を付加する構成としても良い。

#### <発明の効果>

以上説明したように、本発明によれば従来調節計と同様に制御対象をP, I, D制御しながら制御量を余り変動させることなく、パラメータのオートチューニングを可能とすると共に、次のような効果が期待できる。

(1) 限界振動の振幅制御のためのゲイン制御手段として比例積分特性の演算回路を使用せず、一定時間毎に補助調節手段のゲインを増加する方式を使用するため、ゲイン制御手段自身の調整は不変となる。

(2) 制御対象によっては持続振動の継続が好ましくない場合がある。こうした場合、本発明によればP, I, Dパラメータのチューニング指令が発生した時のみ限界振動が発生するので、制御対象に与える影響を最小とする事ができる。従ってパッチ制御等でスタート時のみオートチューニン

グを実行する操作も容易となる。

(3) 限界感度法によるオートチューニングにおいて、精度の良いパラメータ設定を実現するためには、界振動の振幅を精度良く管理する(限界振動は衰減も増大もしない振動とする必要がある)事が重要である。本発明では振幅は上下限設定により一定の範囲に制御され、この範囲内に数サイクルとどまつたタイミングでチューニングを実施しており、限界感度の検出精度は高い。

#### 4. 図面の簡単な説明

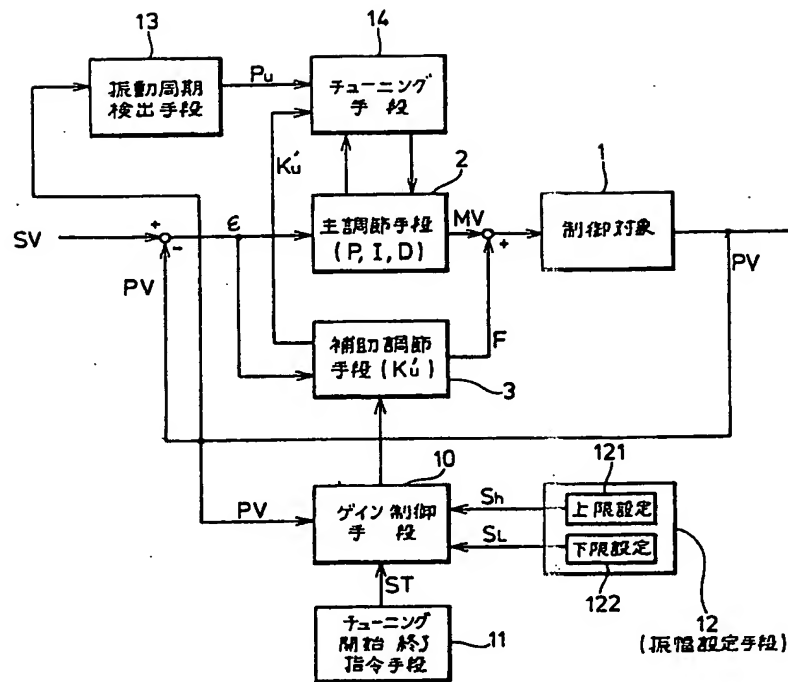
第1図は本発明の一実施例を示す構成図、第2図はその動作説明図、第3図は従来技術の一例を示す構成図である。

1…制御対象      2…主調節手段      3…補助調節手段  
10…ゲイン制御手段      11…チューニング指令手段  
12…振幅設定手段  
13…振動周期検出手段      14…チューニング手段

代理人 弁理士 小 沢 佑



第1図



第2図

